

⑤

Int. Cl. 3:

**C 23 C 1/00**

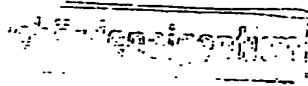
⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

C 23 C 5/00

C 23 C 7/00

B 23 K 26/00

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DE 30 11 022 A 1**

①

# **Offenlegungsschrift 30 11 022**

②

Aktenzeichen:

P 30 11 022.6-45

③

Anmeldetag:

21. 3. 80

④

Offenlegungstag:

2. 10. 80

⑩

Unionspriorität:

③② ③③ ③①

30. 3. 79 Ver. Königreich 7911294

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Aufbringung eines metallischen Überzuges auf einem metallischen Substrat

⑦①

Anmelder:

Rolls-Royce Ltd., London

⑦④

Vertreter:

Wallach, C., Dipl.-Ing.; Koch, G., Dipl.-Ing.;  
Haibach, T., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Feldkamp, R., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦②

Erfinder:

Livsey, Norman Barria, Colne, Lancashire (Ver. Königreich)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DE 30 11 022 A 1**

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Aufbringen eines metallischen Überzuges auf einem metallischen Substrat, bei welchem Partikel aus metallischem Überzugsmaterial auf der metallischen Substratoberfläche abgelagert werden und ein Laserstrahl auf die abgelagerten Partikel gerichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mit dem Laserstrahl ein Gasstrom der die Partikel (23) des metallischen Überzugsmaterials enthält, auf dieselbe Stelle (17) des Substrats (11) aufgebracht werden, so daß der Laserstrahl die Partikel (23) in Form einer Schmelzlache (24) aus metallischem Überzugsmaterial an der Auftreffstelle (17) von Laserstrahl auf dem Substrat (11) aufschmilzt, und daß eine Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat (11) bewirkt wird, während gleichzeitig der die Partikel (23) mitführende Gasstrom auf die Laserauftreffstelle (17) fortgesetzt wird, so daß diese Stelle (17) und demgemäß die Lache (24) aus geschmolzenem Überzugsmaterial über das Substrat (11) mit einer solchen Geschwindigkeit wandert, daß eine Fusion zwischen dem Substrat (11) und dem geschmolzenen Überzugsmaterial stattfindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Laserstrahls an der Auftreffstelle (17) auf dem Substrat (11) in einem Bereich zwischen 1 und 4 mm liegt.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat (11) mit einer Relativgeschwindigkeit zwischen 4 und 20 mm/sec durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mengenströmung des Gases in einem Bereich zwischen 2 und 5 l/min liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführungsrate der Partikel (23) aus metallischem Überzugsmaterial, die in dem Gasstrom enthalten und auf das Substrat (11) geleitet werden, in einem Bereich zwischen 45 und 55 mg/sec beträgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägergas Argon ist.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung Mittel (15) aufweist, die einen Gasstrom auf die Auftreffstelle (17) des Laserstrahls auf dem Substrat (11) richten, daß Mittel (21a) vorgesehen sind, um Partikel (23) aus metallischem Überzugsmaterial in den Gasstrom derart hinein zu dosieren, daß die zugemessenen metallischen Partikel (23) vom Gasstrom aufgenommen und auf die Laserauftreffstelle auf dem Substrat gerichtet werden, daß Mittel

vorgesehen sind, um eine Relativbewegung zwischen dem Laser (13) und dem Substratträger in der Weise durchzuführen, daß im Betrieb die Laserauftreffstelle (17) und demgemäß die metallischen Überzugspartikel (23) über das Substrat (10) mit einer solchen Geschwindigkeit wandern, -daß eine Fusion zwischen dem Substrat (10) und den metallischen Überzugspartikeln erfolgt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Laser (13) eine Leistung zwischen 800  
und 2250 Watt besitzt.

Patentanwälte Dipl.-Ing. Curt Wallach  
Dipl.-Ing. Günther Koch  
- 4 - Dipl.-Phys. Dr. Tino Haibach  
Dipl.-Ing. Rainer Feldkamp

3011022

D-8000 München 2 · Kaufingerstraße 8 · Telefon (0 89) 24 02 75 · Telex 5 29 513 wakai d

Datum: 21. März 1980

Unser Zeichen: 16 843 - K/Ap

Anmelder: Rolls-Royce Limited  
65 Buckingham Gate  
London SW1E 6AT  
England

Titel: Verfahren und Vorrichtung zur  
Aufbringung eines metallischen  
Überzuges auf einem metallischem  
Substrat

030040/0805

Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem der Aufbringung metallischer Überzüge auf metallischen Oberflächen.

Es ist bekannt, metallische Substrate mit metallischen Schutzüberzügen zu versehen, wenn jene Substrate voraussichtlich ungünstigen Bedingungen ausgesetzt werden, die für die Eigenschaften des Grundsubstratmaterials schädlich sind. Derartige Schutzüberzüge können beispielsweise durch Flammenspritzen oder Plasmaspritzen aufgebracht werden. Bei diesen Techniken wird die Legierung in Teilchenform in einem Heißgasstrom oder einem Plasmastrom auf das zu überziehende Substrat gerichtet. Die Partikel befinden sich im schmelzflüssigen Zustand oder im halbgeschmolzenen Zustand, wenn sie auf die Substratoberfläche auftreffen und sie kühlen dann ab und verfestigen sich, um eine Bindung mit dem Substrat einzugehen. Die Verbindung zwischen den Partikeln und der Substratoberfläche ist im wesentlichen mechanisch nach seiner Natur und infolgedessen kann die Haftung gelöst werden, wenn z.B. eine Stoßkraft oder eine reibende Kraft auf den Überzug einwirkt.

Eine verbesserte Bindung zwischen metallischen Überzügen und metallischen Substraten kann dadurch erlangt werden, daß der Überzug auf dem Substrat in Stabform aufgelegt wird, während gleichzeitig die Auftragsfläche mit einer hochintensiven Hitzequelle, beispielsweise einer Sauerstoff-Acetylen-Flamme oder einem abgeschirmten Plasma- oder Argonbogen geschmolzen wird. Da sowohl das Überzugsmaterial als auch das Substrat schmilzt, ergibt sich eine gewisse Vermischung zwischen Substrat und Überzugsmetall, so daß die resultierende Bindung gewöhnlich sehr fest ist. Diese Technik ist jedoch schwierig genau zu überwachen, und infolgedessen erhält man voraussichtlich Überzüge mit variabler Konsistenz und Tiefe.

Ein anderes Verfahren zur verbesserten Verbindung zwischen metallischen Überzügen und metallischen Substraten besteht darin das Überzugsmaterial auf dem Substrat in Pulverform aufzubringen, so daß eine Pulverschicht gebildet wird, die anschließend unter Benutzung eines Laserstrahls geschmolzen wird. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Bindung. Es ist jedoch schwierig, den Überzugsbereich und die Tiefe genau zu steuern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zu schaffen, um metallische Überzüge auf metallische Substrate aufzubringen.

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Aufbringung eines metallischen Überzugs auf einem metallischen Substrat unter Verwendung eines Laserstrahls, der auf die Partikel gerichtet wird und gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß gleichzeitig mit dem Laserstrahl ein Gasstrahl, der das Überzugsmaterial in Partikelform enthält, auf den gleichen Bereich des Substrats aufgebracht wird, so daß der Laserstrahl die Partikel schmilzt und eine Schmelzlache aus dem metallischen Überzugsmaterial im Bereich der Auftreffzone des Laserstrahls auf das Substrat bildet, und daß eine Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat bewirkt wird, während der die Partikel zuführende Gasstrom weiter auf die Laserauftreffstelle gerichtet wird, so daß der Bereich der Laserauftreffstelle und demgemäß die Lache aus geschmolzenem metallischem Überzugsmaterial über das Substrat mit einer solchen Geschwindigkeit wandert, daß eine Fusion zwischen dem metallischen Substrat und dem geschmolzenen metallischen Überzugsmaterial zustande kommt.

Der Durchmesser des Laserstrahls an der Laserauftreffstelle auf dem Substrat liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 1 und 4 mm.

Die Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat wird vorzugsweise mit einer Relativgeschwindigkeit von 4 bis 20 mm/sec durchgeführt.

Die Strömungsrate des Gasstroms liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 2 und 5 l/min.

Die Zuführungsrate der Partikel des metallischen Überzugsmaterials, die in dem Gasstrom enthalten sind und dem Substrat zugeführt werden, liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 45 und 55 mg/sec.

Vorzugsweise ist der Gasstrom ein Argongasstrom.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung außerdem eine Vorrichtung zur Aufbringung des metallischen Überzugs auf einem metallischen Substrat vor, bei der ein Laserstrahl auf das zu überziehende Substrat gerichtet wird, und diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, um einen Gasstrom auf die Laserstrahlauftreffstelle auf dem Substrat zu richten, daß Mittel vorgesehen sind, die Partikel des metallischen Überzugsmaterials in den Gasstrom derart zu dosieren, daß die zugemessenen metallischen Partikel im Gasstrom aufgenommen und nach der Laserauftreffstelle auf dem Substrat überführt werden, daß Mittel vorgesehen sind, um eine Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat in der Weise durchzuführen, daß im Betrieb die Laserauftreffstelle und demgemäß auch die Auftreff-



stelle der metallischen Überzugspartikel über das Substrat mit einer solchen Geschwindigkeit wandert, daß eine Fusion zwischen dem metallischen Substrat und dem geschmolzenen metallischen Überzugsmaterial stattfindet.

Die Leistung des Lasers liegt zweckmäßigerweise in einem Bereich zwischen 800 und 2250 Watt.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben, die in der einzigen Figur eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt.

Die metallische Unterlage 10, die überzogen werden soll, ruht auf einem Träger 11, der durch nicht dargestellte Mittel mit einer konstanten Geschwindigkeit in Richtung des Pfeiles 12 verschoben wird. Ein Laser 13 ist vertikal über dem Träger 11 so angeordnet, daß sein Laserstrahl 14 senkrecht zur Verschieberichtung 12 liegt.

Benachbart zum Laser 13 ist ein schräggestelltes Rohr 15 derart angeordnet, daß sein unterer Auslaß 16 auf die Auftreffstelle 17 des Lasers 14 auf der Unterlage 10 gerichtet ist. Der obere Einlaß 18 des Rohres 15 ist mit einer Argonquelle so verbunden, daß das Argongas in Richtung des Pfeiles 19 durch das Rohr 15 auf die Auftreffstelle 17 des Laserstrahls strömt.

An einer Stelle 20 zwischen dem Rohreinlaß 18 und dem Rohrauslaß 16 ist ein weiteres Rohr 21 mit dem Rohr 15 verbunden. Das weitere Rohr 21 verbindet das Innere des Rohres 15 mit einem Aufgabetrichter 22, der Metallpartikel 23 enthält, die

auf der Unterlage 10 abgelagert werden sollen. Diese Partikel 23 fallen unter Schwerkraftwirkung durch das Rohr 21 hindurch, um in den Argongasstrom zugemessen zu werden, der durch das Rohr 15 strömt. Zu diesem Zweck ist eine geeignete Zumeßvorrichtung 21a in dem Rohr 21 angeordnet, um zu gewährleisten, daß die Partikel 23 mit einer geeigneten konstanten Rate dem Argongasstrom zugeführt werden. Sobald die Partikel 23 in das Rohr 15 eintreten, werden sie in dem Argonstrom aufgenommen und nach der Auftreffstelle 17 des Laserstrahls mitgenommen.

Sobald sie den Bereich der Laserauftreffstelle 17 erreichen, werden die Partikel 23 durch den Laserstrahl 14 geschmolzen und bilden eine Lache aus geschmolzenem Überzugsmetall. Die Überführung des Trägers 11 der Unterlage mit konstanter Geschwindigkeit in Richtung des Pfeiles 12 führt dazu, daß die Lache 24 geschmolzenen Metalls in gleicher Weise bewegt wird und einen verfestigten Metallüberzug 25 hinterläßt. Da das metallische Substrat 10 bzw. die Unterlage ebenfalls durch den Laserstrahl 14 erhitzt wird, findet eine Fusion zwischen dem geschmolzenen Überzugsmetall 24 und der Unterlage 10 statt. Infolgedessen ist die Bindung zwischen dem schließlich verfestigten Überzug 25 und dem Substrat 10 extrem fest.

Aus der obigen Beschreibung ergibt sich, daß sobald eine Lache 24 aus geschmolzenem Überzugsmetall gebildet ist, sämtliche folgenden Partikel 23 in diese Schmelzlache 24 hinein gerichtet werden. Infolgedessen wird eine sehr genaue Steuerung der Ausbreitung der geschmolzenen Lache 24 erreicht, und daher entsteht ein sehr gleichmäßiger Überzug 25. Da der Substratträger 11 mit konstanter Geschwindigkeit verschoben wird und die Partikel 23 in die Schmelzlache 24 mit konstanter Rate

eingeführt werden, hat der sich ergebende Überzug 25 eine im wesentliche gleichbleibende Tiefe.

Die Wirkung der Verschiebung des Substrats 10 relativ zu dem Laserstrahl 14 bewirkt eine Ablagerung des Überzugs 25 in Form partiell metallugrafisch zusammengeballter Perlen, so daß die Überzugsoberfläche 27 im Erscheinungsbild etwas uneben ist. Infolgedessen kann, wenn die Oberfläche 27 glatt sein soll, eine übliche Bearbeitungstechnik, z.B. ein Schleifverfahren benutzt werden, um diese Glättung durchzuführen.

Gemäß einem nach der Erfindung durchgeführten Ausführungsbeispiel wurde ein Substrat 10 aus einer Nickellegierung, die unter der Bezeichnung "Nimonic 75" bekannt ist, in Richtung des Pfeiles 12 mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 12 mm/sec verschoben. Der Laser 13, der eine Leistung von 1900 Watt besaß, richtete einen Strahl 14 derart auf das Substrat, daß der Strahldurchmesser an der Auftreffstelle 17 des Substrats 10 zwei mm betrug. Durch das geneigte Rohr 15 strömte Argongas mit einer Strömungsrate von 3 Litern pro Minute und die Überzugspartikel 23 mit einer Größe von 200 bis 400 mesh (entsprechend einer Siebweite von 0,075 mm bis 0,0375 mm) wurden in die Argonströmung in einer Menge eingeführt, so daß sich eine Partikelzuführungsrate von 50 mg pro sec ergab. Die Partikel bestanden aus einer Kobalt-Legierung, die unter der Bezeichnung "Stellite 12" bekannt ist und die folgende Zusammensetzung aufweist:

Kohlenstoff	1,70 bis 1,95 Gew.-%
Silicium	1,5 max Gew.-%
Mangan	1,5 max Gew.-%
Aluminium	1,0 max Gew.-%
Chrom	27,0 bis 31 Gew.-%
Eisen	2,5 max Gew.-%
Molybdän	2,5 max Gew.-%
Nickel	1,5 max Gew.-%
Titan	1,0 max Gew.-%
Wolfram	8,0 bis 10,0 Gew.-%
Kobalt	Rest.

Der sich ergebende Überzug war 1 mm dick und hatte eine Härte von 560 HV.

Es hat sich allgemein gezeigt, daß zur Erlangung eines zufriedenstellenden Überzugs die folgenden Parameter etwa wie folgt eingestellt werden sollten:

Laserleistung: 800 bis 2250 Watt  
 Laserstrahldurchmesser an der Substratoberfläche: 1 bis 4 mm.  
 Vorschubgeschwindigkeit des Substrats: 4 bis 22 mm/sec.  
 Teilung benachbarter Perlen: 50%.  
 Mengenströmung des Argongases: 2 bis 5 l/min.  
 Zuführungsrate der Metallpartikel: 45 bis 55 mg/sec.

Wenn diese Parameter eingehalten werden, dann zeigt es sich unter Benutzung der erwähnten Nickellegierung als Basis-Substrat und der Kobaltlegierung als Überzug, daß die Überzüge zwischen 0,35 und 1,9 mm dick wurden, und eine Härte zwischen 450 und 600 HV besaßen.

Die Erfindung wurde vorstehend in Verbindung mit einer Argonströmung beschrieben, die die Metallüberzugspartikel mit sich führte. Es ist jedoch klar, daß auch andere Gase benutzt werden können, die nicht notwendigerweise inert sein müssen. So könnte beispielsweise Luft benutzt werden. Es ist weiter klar, daß andere metallische Substrate und Überzüge als die genannten Nickel- und Kobaltlegierungen in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren benutzt werden können.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein metallischer Überzug 25 wird auf einem metallischen Substrat 10 dadurch aufgebracht, daß ein Laserstrahl 14 auf das Substrat 10 gerichtet und gleichzeitig eine Gasströmung, die Partikel 23 aus Überzugsmaterial enthält, auf die Oberfläche des Laserauftreffpunktes 17 auf dem Substrat 10 aufgebracht werden. Die Partikel 23 werden durch den Laserstrahl geschmolzen, wodurch eine Lache aus geschmolzenem Metall 24 gebildet wird. Zwischen dem Laserstrahl 14 und dem Substrat 10 wird eine Relativbewegung derart bewirkt, daß eine Lache geschmolzenen Metalls über das Substrat hinwegwandert, um einen verfestigten metallischen Überzug 25 zu bilden, der auf dem metallischen Substrat 10 aufgeschmolzen wird.

030040/0805

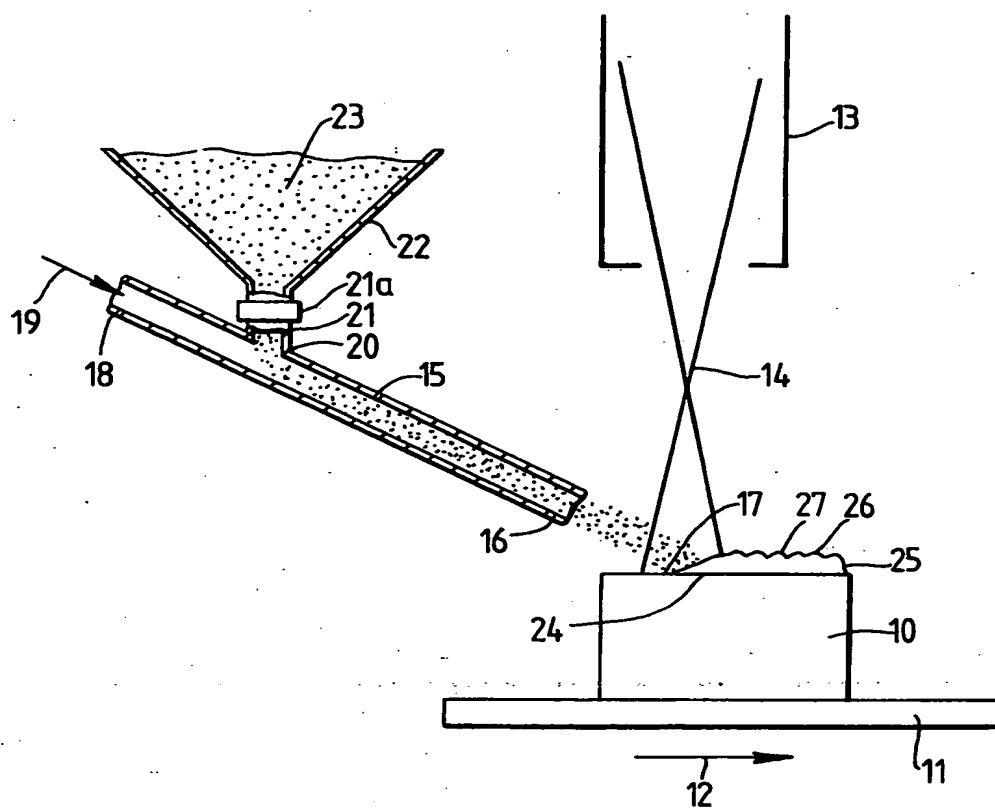
- 14 -  
Leerseite

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

-15-  
3011022

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

30 11 022  
C 23 C 1/00  
21. März 1980  
2. Oktober 1980



030040/0805